

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL

SAMARA SILVA MAZETTE

**USO DE BIOCARVÃO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE EUCALIPTO**

SINOP, MT
2017

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

SAMARA SILVA MAZETTE

**USO DE BIOCARVÃO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
EUCALIPTO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Florestal, da Universidade Federal de Mato
Grosso (UFMT), Campus Universitário de
Sinop, como requisito parcial para obtenção
do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Jair Figueiredo do Carmo

Sinop, MT
2017

S586u Mazette, Samara Silva.

Uso de biocarvão como substrato para produção de mudas de eucalipto / Samara Silva Mazette. -- 2017

51 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Jair Figueiredo do Carmo.

TCC (graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2017.

Inclui bibliografia.

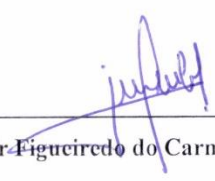
1. Índice de qualidade de Dickson. 2. Biochar. 3. Clone. 4. Pirólise rápida. I. Título.

SAMARA SILVA MAZETTE

USO DE BIOCARVÃO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
DE EUCALIPTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Florestal, da Universidade Federal de
Mato Grosso (UFMT), Campus
Universitário de Sinop, como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Florestal.

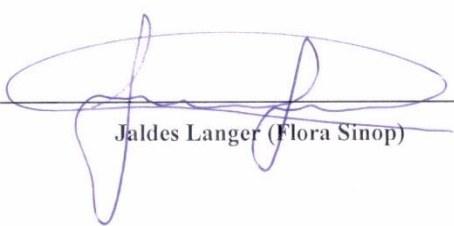
Aprovado em 24 de novembro de 2017.



Jair Figueiredo do Carmo (UFMT)



Marina Moura Morales (EMBRAPA Agrossilvipastoril)



Jaldes Langer (Flora Sinop)

Jaldes Langer
Engº Florestal
CREA nº 1200084616

Sinop, MT
2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela infinita bondade e misericórdia, por ter me dado a oportunidade de vida e ter me sustentado até aqui.

Aos meus pais Luciana e Elton que são meus exemplos de vida e por fazerem de mim a pessoa que sou hoje. Por sempre me incentivarem. Não há palavras que descrevam o quanto eu sou grata por vocês. Obrigada pelos ensinamentos, carinho e amor dados a mim.

Aos meus irmãos Dara e Elton Jr. por terem sido meu alicerce durante estes anos longe de casa, paciência e carinho ao desenvolver este trabalho, vocês são importantes na minha vida.

Agradeço a minha amiga Flávia e ao Jesiel que juntos comigo enfrentaram o desafio da prática em campo (debaixo de sol e chuva), espero um dia poder retribuir a altura.

Ao meu grande amigo e supervisor de estágio Dione, aprendi muito com você a prática de inventário. Te agradeço pelo apoio no desenvolvimento teórico deste trabalho, obrigada pelas dicas e ajuda, só Deus pra te recompensar.

A minha segunda família, Flávia, Carine, Denise e Rildo, nós brigamos, nos entendemos, rimos, comemoramos, nos desesperamos, ajudamos uns aos outros. Enfim, aprendi com vocês, levarei vocês sempre no meu coração, já sinto saudades.

Ao meu professor Doutor Jair Figueiredo do Carmo pela orientação e incrível paciência comigo, ‘prof’ obrigada de coração. Agradeço também ao professor Ednaldo que contribuiu no desenvolvimento da estatística deste trabalho.

Agradeço também a Dra. Marina Morales, minha coorientadora, por me aceitar fazer parte de seu projeto, e pela ajuda ao montar o experimento.

Ao Jaldes Langer por oferecer o espaço em seu viveiro Flora Sinop para a realização deste estudo, espero ter contribuído de alguma forma, e também a todos seus funcionários que foram sempre muito gentis e prestativos.

Enfim, a todos aqueles que dê uma forma ou outra contribuíram com minha formação, só tenho agradecer!

USO DE BIOCARVÃO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO

RESUMO

A produção de mudas de qualidade é o início de um bom projeto florestal. Um dos pilares para a produção de mudas com características morfológicas e fisiológicas desejáveis é o substrato. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo central testar o uso do biocarvão como substrato em diferentes concentrações (0, 20, 40, 60, 80 e 100% BC) para a produção de mudas de Eucalipto (clones VM01 e I144) comparadas com substrato já utilizado convencionalmente em viveiro de mudas florestais na cidade de Sinop-MT. Foram avaliados parâmetros morfológicos, mortalidade, peso seco e úmido para a parte aérea e sistema radicular e calculado o índice de qualidade de Dickson para a avaliação das mudas. Foi observado neste trabalho que o biocarvão não obteve resultados significativos no desenvolvimento das mudas de Eucalipto comparado com o substrato convencional utilizado pelo viveiro.

Palavras-chave: Índice de qualidade de Dickson, biochar, clone, pirólise rápida.

USE OF BIOCHAR AS A SUBSTRATE FOR THE PRODUCTION OF EUCALYPTUS SEEDLINGS

ABSTRACT

The production of quality seedlings is the beginning of a good forestry project. One of the pillars for the production of seedlings with desirable morphological and physiological characteristics is the substrate. The objective of this study was to test the use of biochar as a substrate in different concentrations (0, 20, 40, 60, 80 and 100% BC) for the production of Eucalyptus seedlings (clones VM01 and I144) substrate already used conventionally in nursery of seedlings forest in the city of Sinop-MT. Morphological parameters, mortality, dry and wet weight for shoot and root system were evaluated, and Dickson quality index was calculated for the evaluation of seedlings. It was observed in this work that the biocarbon did not obtain significant results in the development of Eucalyptus seedlings compared to the conventional substrate used by the nursery.

Keywords: Quality index of Dickson, biochar, clone, pyrolysis fast.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Terra Preta de Índio (A) e solo amazônico (B).....	13
Figura 2. Modelo de pirólise de Lehmann (2007).....	16
Figura 3. Flora Sinop, viveiro de mudas	24
Figura 4. Híbridos de eucalipto. VM01, a esquerda. I144, a direita.	25
Figura 5. Mensuração do substrato e biocarvão com auxílio da proveta (1000 ml).	26
Figura 6. Esquema representativo da bandeja e alocações das mudas, em suas respectivas repetições e marcação da área útil.	27
Figura 7. Mesa vibratória e preparo dos tubetes.	27
Figura 8. Imersão no hormônio e estaqueamento.	28
Figura 9. Esquema representativo das mudas, após expostas ao sol.....	28
Figura 10. A – Organização das mudas no início do experimento. B – Mudas redistribuídas após 20 dias e expostas ao sol.	29
Figura 11. Mortalidade em cada tratamento, representado em porcentagem.	31
Figura 12. Médias do número de folhas para cada clone estudado.....	32
Figura 13. Médias para o número de folhas em cada tratamento.....	33
Figura 14. Médias para variável altura (h) em cada clone, em cm.	33
Figura 15. Desempenho da altura em cada tratamento, em cm.	34
Figura 16. Médias para ambos os clones para variável diâmetro do coleto (mm).....	35
Figura 17. Desempenho do diâmetro do coleto em cada tratamento, para cada clone (mm).	36
Figura 18. Médias para peso seco e úmido aéreo para cada clone, em g.	37
Figura 19. Desempenho do peso seco e úmido aéreo em cada tratamento, em g.	37
Figura 20. Peso seco e úmido do sistema radicular, médias para cada clone, em g.	38
Figura 21. Peso seco e úmido das raízes em cada tratamento,.....	39
Figura 22. Índice de qualidade de Dickson para cada clone, valores para substratos testemunha e biocarvão.	39
Figura 23. Gráfico de disponibilidade de nutrientes, conforme o valor de pH.	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. OBJETIVOS	11
1.1.1. Objetivo Geral	11
1.1.2. Objetivos Específicos	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Biocarvão: Origem	13
2.2. Produção e Características do Biocarvão	14
2.3. Influência do Biocarvão no Crescimento Vegetal	17
2.4. Biocarvão de Serragem de Eucalipto para Produção de Mudanças Clonais	18
2.5. Gênero Eucalyptus – Híbridos Avaliados	18
2.6. Qualidade de mudas florestais	20
2.7. Índice de Qualidade de Dickson	22
2.8. Fertilizantes: Basacote® e Yoorin®	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Material de estudo	24
3.1.1. A espécie utilizada para o teste do biocarvão em viveiro	24
3.1.2. O experimento	25
3.1.3. Enchimento dos tubetes e distribuição das amostras nas bandejas	26
3.1.4. Preparação das estacas dos clones de Eucalipto e colocação nos tubetes	27
3.2. Avaliações realizadas	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Mortalidade (M)	31
4.2. Número de Folhas	32
4.3. Altura (H)	33
4.4. Diâmetro do Coleto (DC)	35
4.5. Sistema Aéreo – Peso seco e úmido	36
4.6. Sistema Radicular -Peso seco e úmido	38
4.7. Índice de Qualidade de Dickson (IQD)	39
4.8. Caracterização Química: biocarvão e substrato viveiro	40
5. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

Diante da busca para a produção de mudas florestais com melhor qualidade, que possibilite uma forma viável, tanto técnica como econômica, muitos viveiristas vêm buscando alternativas em todos os sentidos: insumos, defensivos, procedência genética, substratos entre outros aspectos importantes. Em relação ao substrato, existe hoje uma gama de testes para saber qual a melhor composição e/ou material para utilizar como substrato. Uma alternativa, que vem sendo estudada é a utilização do biocarvão como substrato para a produção de mudas florestais.

Biocarvão é biomassa carbonizada num processo de pirólise, sem a presença de oxigênio, produzido com fins agrícola, onde pode ser incorporado ao solo com objetivo de melhorar as características físico-químicas do solo, possibilitando eficiência ao uso de fertilizantes, sequestro de carbono, etc. Alguns testes comprovaram que o biocarvão estimula o desenvolvimento das plantas, e ainda pode ser utilizado como parte de substrato para produção de mudas, pois devido sua alta superfície específica, pode aumentar a retenção de água, influencia na fertilidade, na disponibilização de nutrientes e ainda na atividade dos microrganismos (CARVALHO et al., 2014; LIANG et al., 2006).

A biomassa florestal está dividida em diversos compartimentos, tais como aéreos e subterrâneos e a energia se encontra nesses compartimentos. Considerando então apenas a parte aérea das espécies florestais, a madeira pode ser utilizada diretamente ou ser transformada em um novo combustível, seja em forma sólida, líquida ou gasosa, através de processos, como por exemplo, a pirólise (TRUGILHO, 2012).

A pirólise é um processo no qual a madeira pode ser transformada em carvão vegetal, quando em local fechado é aquecido em altas temperaturas, podendo ser na presença ou não de oxigênio. O objetivo deste processo é concentrar o carbono no carvão vegetal. Este processo pode ser ainda uma solução aos resíduos originados em diversas áreas, tais como bagaço de cana-de-açúcar, restos de podas da urbanização, lodos de esgotos, restos de culturas e ainda resíduos de serrarias, como pó de serra, por exemplo. Estes resíduos podem ser transformados em biocarvão, do termo em inglês biochar.

Pertencentes à família Myrtaceae, os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia* são as espécies de maior interesse para o Brasil, sendo originárias da Austrália. Sua distribuição natural decorre em função das condições ambientais, tais como precipitação, temperatura, clima, condições de solo e ainda relevo (FONSECA et al., 2010; ASSIS, 1996).

Segundo o anuário estatístico da ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas) de 2013 com base no ano de 2012, as plantações de eucaliptos no Brasil

com objetivo industrial, totalizam cerca de 5,10 milhões de hectares de um total de 7,18 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo os principais estados produtores: SP, BA, MS, RS, ES e PR. A área plantada em Mato Grosso aumentou de 46.146 ha em 2006 para 59.980 ha em 2012, ou seja, o dobro de plantios de eucalipto em 6 anos.

De acordo com o IBGE (2011) não foi encontrado plantios florestais no Mato Grosso com destino final para celulose e papel, ou esses valores são muito insignificantes a ponto de serem representativos, ou seja, os plantios em Mato Grosso são em sua maioria com finalidade de produção de energia. E ainda sabe-se que o consumo de carvão e lenha está concentrado no mercado interno, para atender demanda de indústrias consumidoras de biomassa florestal.

Para este trabalho, objetivou-se a aplicação de biocarvão como componente de substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro, utilizando os clones VM01 e AEC 144 (I144), híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis* (Urocam) e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus. Grandis* (Urograndis), respectivamente, observando mensalmente à altura, diâmetro do coleto e número de folhas de cada planta durante 120 dias, além da medida do índice de qualidade de Dickson, que é a medida morfológica integrada e apontado como bom indicador da qualidade de mudas.

Nesse sentido, este trabalho avaliou a possibilidade de utilizar biocarvão na composição do substrato utilizado nos viveiros de produção de mudas de eucalipto para verificar a viabilidade técnica ou não dessa utilização, visando melhorar a qualidade das mudas produzidas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da aplicação do biocarvão como componente de substrato para produção de mudas de eucalipto, utilizando os clones VM01 e AEC 144 (I144).

1.1.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a eficiência do uso de biocarvão como componente de substrato em diferentes concentrações para produção de mudas em viveiro;

- Avaliar se o uso do biocarvão tem influência no desenvolvimento aéreo e raízes das mudas e na qualidade do sistema radicular;
- Avaliar se o biocarvão interfere no incremento de biomassa das mudas em viveiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Biocarvão: Origem

A proposta de estudos sobre a origem do biocarvão foi motivada pela observação de geólogos e naturalistas aproximadamente em 1870, durante suas viagens pela Amazônia de algumas manchas escuras e profundas no solo, as quais eram muito férteis e distintas do solo existente naquela região. Naturalmente, o solo amazônico (Figura 1-B) é argiloso ou arenoso, com poucos nutrientes e apresenta uma fina camada de matéria orgânica que é produzida pela floresta. Porém, as manchas são ricas em carbono, em torno 150 g de carbono por quilo de solo, já nos outros solos essa quantidade varia de 20 a 30 g de carbono por quilo (MANGRICH et al., 2011).

Esses solos ganharam o nome de “Terra Preta de Índio (TPI)” (Figura 1-A) devido à ocupação de índios pré-colombianos e também pelo fato de ter se encontrado indícios da presença destes na região, tais como artefatos cerâmicos, ferramentas de pedras, entre outros. São solos formados através da decomposição de plantas, animais e a presença de grande quantidade carbono pirogênico, que foram incorporados por comunidades que habitaram essas regiões há milhares de anos. Esse material é responsável por manter altos teores de elementos químicos importantes para nutrição de plantas e elevados níveis de matéria orgânica (GLASER et al., 2001; GLASER et al., 2002)

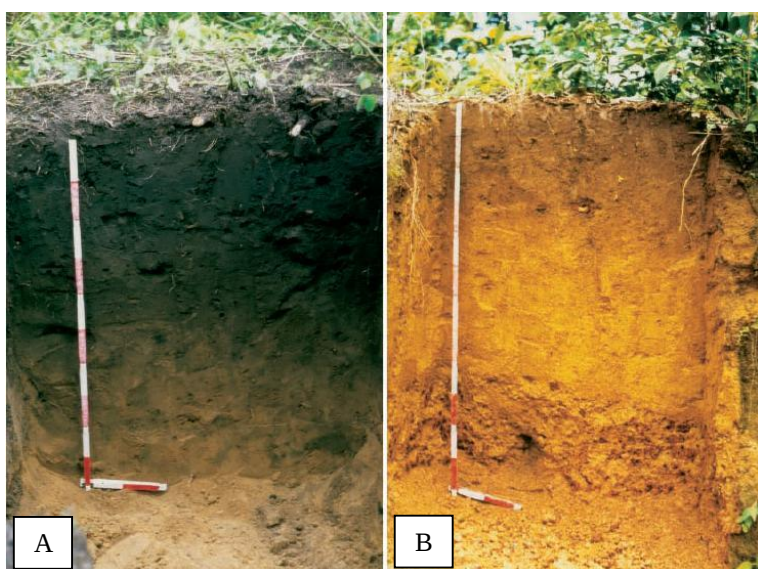


Figura 1. Terra Preta de Índio (A) e solo amazônico (B).

Fonte: WOOD et al., (2004).

Características desse tipo de solo têm impulsionado cientistas a estudar e a entender como surgiu e como pode desenvolver materiais semelhantes, que possam ter as mesmas propriedades e ainda incorporados em outros locais, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento de culturas.

Um dos principais componentes da matéria orgânica nas TPI é o carvão, sua biodegradação no solo é lenta, resultando numa maior movimentação de carbono, e variação das propriedades de superfície do carvão (MADARI et al., 2009).

O biocarvão é um material carbonáceo, formado a partir da decomposição térmica da biomassa na ausência ou quase ausência de oxigênio, em temperaturas baixas (<700 °C) processo conhecido como pirólise. Este processo permite teor de 50% de carbono na biomassa (MANGRICH et al., 2011).

Benites et al. (2005), descreveu que o carvão é uma estrutura policíclica aromática com elevado grau de condensação, sua composição e estruturas químicas proporciona a este produto alta persistência no solo, que o diferencia de outros tipos de matéria orgânica existentes no solo.

O termo *Biochar* (do inglês = biocarvão) foi elaborado há pouco tempo como forma de especificar a aplicação de material carbonáceo ao solo, a fim de melhorar as propriedades deste, ou estocar carbono. Desta forma as TPI, têm sido inspiração na utilização de *Biochar* ao solo (LEHMANN et al., 2009).

2.2. Produção e Características do Biocarvão

Com interesse em obter um produto de mesmas características e efeitos similar a TPI, o uso de resíduos vegetais carbonizados vem sendo avaliado como uma opção de aprimorar a fertilidade do solo, o produto obtido é conhecido como biocarvão se tornando importante para manutenção e favorecendo a fertilidade do solo.

O biocarvão é obtido através de vários processos e a sua qualidade depende destes processos e da biomassa. (SOHI et al., 2010).

Na produção de biocarvão existem três principais processos de degradação térmica, que normalmente são regidos pela temperatura da pirólise, pelo o tempo que a biomassa permanece no forno e pela velocidade da taxa de aquecimento. Um destes processos é conhecido como pirólise, que é a decomposição química dos materiais orgânicos através do aquecimento na ausência de oxigênio, gerando três produtos, o bio-óleo (líquido), material sólido (biocarvão) e uma mistura de gases (CO, CO₂, H₂, CH₄ e outros hidrocarbonetos). A pirólise lenta é o aquecimento em baixas e médias temperaturas da biomassa, na ausência de oxigênio, já a

pirólise rápida é o aquecimento rápido da biomassa, com resultados de maior proporção de bio-óleo e menor quantidade biocarvão (BROWN, 2009; MCCARL et al., 2009).

No interior do Brasil a pirólise lenta é realizada de forma rústica em fornos, que após a etapa de queima inicial na presença de ar (combustão), que tem função de secar a madeira, os fornos são lacrados e então se realiza a pirólise (MANGRICH et al., 2011).

Um importante parâmetro a ser avaliado no processo de produção do biocarvão, é a temperatura da pirólise, pelo fato de que o teor de carbono fixo do biocarvão está ligado ao acréscimo da temperatura final da pirólise, ou seja, quanto menor for a temperatura final maior será o rendimento de biocarvão (SOHI et al., 2010).

Elevadas temperaturas de pirólise ($>550\text{ }^{\circ}\text{C}$) geralmente geram biocarvões com maiores áreas superficiais, grande quantidade de aromáticos com grande resistência a decomposição, além de serem bons adsorventes (DOWNIE et al., 2009). Já biocarvões produzidos em temperaturas inferiores a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$, acumulam mais carbono e outros nutrientes como Nitrogênio, Potássio e Enxofre que podem se perder em altas temperaturas (KEILUWEIT et al., 2010).

São utilizados muitos resíduos orgânicos na produção do biocarvão, tais como restos de podas, lodos de esgotos, restos de culturas, bagaço e palha da cana-de-açúcar, até mesmo resíduos indústrias de papel e celulose, resíduos de serrarias, como pó-de-serra, etc.

Qualquer fonte de biomassa pode ser utilizada na produção de biocarvão, porém existem diferenças na composição química de cada tipo, como extrativos, celuloses, teores de lignina e hemiceluloses e também na estrutura física, o resultado obtido também apresentará características físicas e químicas particulares, ou seja, porosidade, superfície específica, capacidade troca iônica, pH, recalcitrância, entre outras, diferentes para cada matéria prima utilizada (MAIA, 2011).

Sjöström (1993) observou que a lignina se degrada em temperaturas de $280\text{--}500\text{ }^{\circ}\text{C}$, a hemicelulose $200\text{--}260\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a celulose entre $240\text{--}350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A composição química e estrutural do biocarvão é totalmente dependente da matéria prima e das condições de pirólise, mas se sabe que é elevadamente heterogênea, exceto o pH, que geralmente é maior que 7. Outras propriedades estão presentes em todos os biocarvões, tais como elevado teor de carbono e grau de aromaticidade (VERHEIJEN et al., 2009).

Outra característica física importante é a densidade. A massa específica de biocarvão produzido de diversos tipos de madeira varia de $0,45\text{ g cm}^{-3}$ a $0,30\text{ g cm}^{-3}$ (PASTOR-VILLEGAS et al., 2006). A porosidade torna o biocarvão hidrofílico, hidrofóbico ou até mesmo altamente reativo, dependendo dos grupos funcionais que se ligam ao carbono das estruturas aromáticas, isso pode gerar heterogeneidade química da superfície (BRENNAN et al., 2001).

Ghani et al. (2013), produziu biocarvão a partir de material lenhoso (serragem), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e encontrou teores de carbono fixo entre 82 e 95%, nos quais aumentaram de acordo com o aumento da temperatura da pirólise (450 a 850 °C), os autores ainda observaram que os biocarvões produzidos a temperaturas acima de 650 °C, apresentaram alta aromaticidade e tornaram-se hidrofóbicos.

Lehmann (2007) propôs um modelo de pirólise (Figura 2) no qual afirma que a temperatura ótima para obter biocarvão de qualidade fica em torno de 450 a 550 °C com ausência parcial ou total de oxigênio, ou seja, dos 100% de biomassa inserida no sistema, fornecendo temperaturas ótimas e bom controle de oxigênio, é gerado cerca de 50% de biomassa, podendo ser utilizada para qualquer fim.

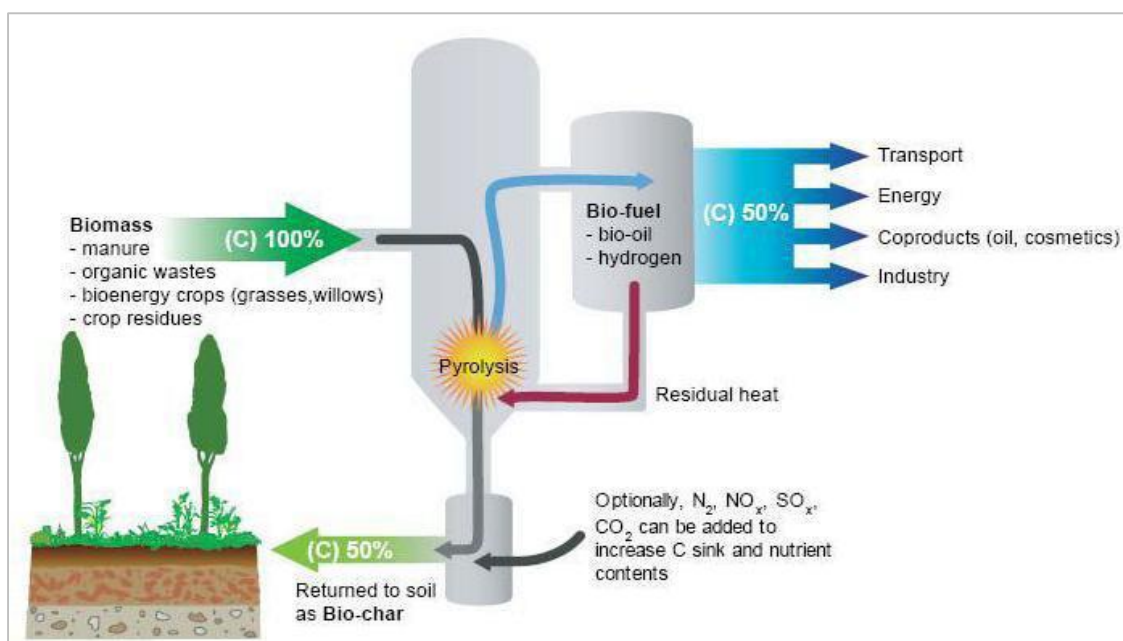


Figura 2. Modelo de pirólise de Lehmann (2007).

Mangrich et al. (2011), descreveu que um biocarvão de boa qualidade apresenta estrutura interna estável, semelhante ao grafite e a externa é reativa, que devido a presença de diversos grupos químicos podem fazer ligações com água e outros nutrientes químicos essenciais para as plantas.

Porém é necessária uma análise prévia do biocarvão a ser utilizado, para determinar se o material tem efeito tóxico, ou se sua interação com o solo ou clima, irá causar efeito danoso ao meio ambiente, tais como liberação de metais pesados ou excesso de nutrientes, que pode ser prejudicial às plantas (ENDERS et al., 2012; YAO et al., 2012).

2.3. Influência do Biocarvão no Crescimento Vegetal

A presença de biocarvão no solo pode contribuir em mudanças notáveis nas propriedades físicas do solo, podendo alterar a estrutura, porosidade, consistência, granulometria, densidade entre outras (DOWNIE et al., 2009).

Carvalho et al. (2014) verificou que a porosidade do biocarvão e alta superfície específica, contribuiu com aumento de 0,8 a 1% de água disponível para as plantas a cada Mg ha⁻¹ de biocarvão aplicado.

São avaliados efeitos benéficos do uso de biocarvão no crescimento, desenvolvimento e produtividade de culturas tanto agrícolas como florestais, devido à matéria orgânica ser essencial para a fertilidade do solo. Se a capacidade produtiva do solo aumenta, a produção de biomassa tende a aumentar e ocorre ainda maior incorporação de carbono “novo” no solo, mantendo assim a produtividade do solo (PETTER et al., 2016).

O uso de biocarvão no solo tem contribuído com resultados positivos quando o objetivo é produtividade. Jeffery et al. (2011) aferiram que a utilização deste produto aumentou, em média, 10% da produtividade agrícola, os autores ainda afirmaram que a aplicação de 100 Mg ha⁻¹, a produtividade se torna mais elevada.

Cavalcante et al. (2012) observaram incremento na emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) em função da maior proporção de biocarvão na composição do substrato. Observaram ainda que as variáveis, altura de plântula, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e clorofila foliar tiveram bons resultados de incremento com resultados significativos, também nas maiores concentrações de biocarvão no substrato.

Segundo Novotny et al. (2009) o biocarvão apesar de ser considerado um produto inerte, sua estrutura molecular possui sítios que são eficientes ao realizar trocas iônicas, que pode em muito contribuir no aumento da capacidade de trocas catiônicas (CTC) dos substratos e ainda proporcionar maior disponibilidade de nutrientes.

Em outro trabalho realizado por Rocha (2016) os resultados foram benéficos com a adição de biocarvão na produção de mudas de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e cedro (*Cedrela fissilis*), onde as plantas foram beneficiadas com um incremento diretamente proporcional a adição de biocarvão, especificamente nas proporções de 1 e 2,5%. A adição de biocarvão alterou o pH do solo aumentando-o.

2.4. Biocarvão de Serragem de Eucalipto para Produção de Mudanças Clonais

Um bom desempenho de mudas no campo depende muito de sua qualidade, o que também envolve alguns fatores, tais como forma e tamanho dos recipientes, qualidade das estacas, temperatura, água, luz e o tipo do substrato, sendo um dos fatores de maior relevância.

O substrato deve promover sustentação à estaca, reter quantidades suficientes de água, nutrientes e oxigênio necessário ao crescimento e desenvolvimento das plantas (GUERRINI et al., 2004).

No mercado existem inúmeros tipos de substratos, todavia nem sempre são os melhores ou indicados para algumas culturas, assim a prática de misturar ou combinar substratos é um meio alternativo de se criar um tipo compatível com a cultura a ser plantada.

Outro meio ainda, é a utilização de condicionadores de solo que são produzidos por diferentes fontes de resíduos orgânicos (húmus e carvão), que segundo Marchi (2006), são compostos por ácidos húmicos e fúlvicos, podem apresentar em sua formulação diferentes concentrações de nutrientes como cálcio, fósforo, nitrogênio, potássio e alguns micronutrientes. Estes também são fontes de carbono, levando ao incremento na produtividade da planta.

Então, o biocarvão sendo constituinte de biomassa carbonizada e apresenta características físico-químicas que podem torná-lo bom condicionador de solos ou substratos. Sua estrutura é altamente porosa e elevada área específica, pode propiciar condições que favorecem a absorção de compostos e disponibilizar os nutrientes (Madari et al., 2012).

2.5. Gênero *Eucalyptus* – Híbridos Avaliados

Um aspecto fundamental e comum no eucalipto é a hibridação interespecífica. No Brasil tem grande importância, pois a grande maioria dos plantios é estabelecida com híbridos interespecíficos (ASSIS et al., 2007). A hibridação permite fundir em um só indivíduo ou um grupo de indivíduos, características que sejam de interesse, porém as espécies devem ser complementares.

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae tem sua origem na Austrália, Tasmânia e outras ilhas da Oceania. Cerca de 600 espécies são reconhecidas botanicamente, além ainda de híbridos, entretanto apenas 20 são utilizadas para fins comerciais no mundo (ANDRADE, 1961). Geralmente são espécies de porte alto (30 a 50 m), no entanto são encontradas espécies de porte mediano (10 a 25 m) e até mesmo arbustivo (ANDRADE, 1961; MORA et al., 2000).

Foi em 1855 que este gênero foi introduzido no Brasil, e “o pai do eucalipto” Edmundo Navarro de Andrade conduziu experimentos no estado de São Paulo no início dos anos de 1900, onde comparava o desenvolvimento das mudas de eucalipto com outras espécies nativas da região, os estudos duraram mais alguns anos, e chegou a comprovação de que o eucalipto possuía crescimento superior em relação a outras espécies, então a companhia paulista de estrada de ferro plantou em larga escala, com objetivo de abastecer as caldeiras das locomotivas (LONGUE et al., 2013; MORA et al., 2000).

O gênero *Eucalyptus* se tornou o gênero mais plantado no Brasil, sendo o país atualmente que mais cultiva no mundo, atrás apenas da Índia (ALFENAS et al., 2009).

Na década de 70 no Mato Grosso que se iniciou o plantio de espécies exóticas, com objetivo de atender a demanda por lenha, mas foi entre os anos de 2005 e 2010 que o estado teve um crescimento de quase 50% de áreas plantadas com eucalipto (PALUSZYSZYN et al., 2011).

O *Eucalyptus urophylla* é uma das espécies com maior capacidade de adaptação e resistência a seca. No Brasil possui alta adaptabilidade em diversas regiões, tanto em climas tropicais úmidos, quanto em secos e subtropicais, é muito utilizada na hibridação com *E. grandis* (FONSECA et al., 2010). Desenvolve-se bem em solos arenosos, pobres em nutrientes e em regiões com déficit hídrico ou geadas (HIGA et al., 2000). Por sua madeira ser altamente resistente é utilizada na construção civil, mourões, celulose, carvão, serraria, cercas e estruturas que demanda na elevada resistência (PAIVA et al., 2011).

E. urophylla é uma das espécies mais plantadas no Brasil e é a espécie mais tolerante ao fungo que causa o cancro do eucalipto, *Cryphonectria cubensis* (SCANAVACA, 2001).

Outra espécie utilizada na produção de híbridos é o *E. grandis* é uma árvore de grande porte com madeira leve e muito usada em serrarias e construção civil, apresenta moderada durabilidade a pragas e doenças (FERREIRA, 1979; ROCHA, 2010). Atualmente, a maioria dos híbridos são procedentes de *E. grandis* x *E. urophylla* conhecido como “urograndis” (ASSIS, 1996).

Segundo Shimizu et al. (2007) o híbrido urograndis é o mais plantado no Mato Grosso (MT) com produtividade média de 33,98 m³ há⁻¹. Mesmo que seja o mais produtivo, o desempenho é baixo, devido a interação genótipo-ambiente, pois o melhoramento é feito em regiões como São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul que são estados com condições edafoclimáticas totalmente diferentes do MT (PALUDZYSZYN et al., 2011), sendo necessário mais estudos e mais informações de materiais genéticos apropriados para as condições edafoclimáticas do Mato Grosso (COSTA et al., 2012).

E. camaldulensis ocorre em todos os estados da Austrália, exceto na Tasmânia, é uma espécie que prefere as margens dos rios. Apresenta características diferenciadas, sendo resistente ao desfolhamento causado pela lagarta-parda (*Thyrintea arnobia*) e ainda alta rusticidade podendo se adaptar em regiões de altas temperaturas e períodos secos prolongados. Entretanto, as árvores em geral, são mais tortuosas que outras espécies de eucalipto como, *E. grandis*, *E. saligna*. Produz madeira mais densa com cerne diferenciado e mais colorido. Tem grande potencial de se regenerar das brotações de cepas (FERREIRA, 1979; OLIVEIRA et al., 1984).

Segundo Zanuncio et al. (2001) *E. camaldulensis* tem características importante para o setor de energia (lenha e carvão) devido à alta densidade, se comparada a outras espécies, então muitos pesquisadores tem buscado produzir híbridos com essa espécie. Fonseca et al. (2010) destacou que o híbrido “urocam” (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*) foi desenvolvido para o cerrado com finalidade energética e pode ser altamente produtivo.

2.6. Qualidade de mudas florestais

Uma muda com capacidade de resistir às condições adversas em campo deve apresentar qualidade no sistema aéreo, bem formado, sem bifurcações ou estiolamento, sistema radicular bem formado, com raiz principal reta, sem enovelamento e raízes secundárias bem distribuídas (RIBEIRO et al., 2001).

A qualidade das mudas reflete diretamente nos custos do projeto florestal. A boa qualidade da muda garante que os custos sejam os menores possíveis, pois, se houver má qualidade das mudas terá como consequência medidas adicionais de tratamento, reforma da floresta, ou no caso de manter a floresta, o projeto não garantirá a produtividade planejada afetando diretamente no retorno do investimento.

Na prática, são avaliados parâmetros morfológicos de qualidade das mudas. Esses parâmetros são atributos determinados física ou visualmente. As características morfológicas ainda são as mais utilizadas para determinar qualidade das mudas, pois têm maior aceitação dos viveiristas, até mesmo devido a facilidade de obtenção dessas medições.

As observações dos parâmetros morfológicos apresentam, além de uma boa qualificação, atributos de fácil aplicação física e visíveis na planta, que podem ser alcançados de maneira prática e rápida, sendo muito utilizados para estabelecer o momento da realização de atividades silviculturais, importantes para obtenção de mudas com melhor qualidade (FONSECA et al., 2002).

O ácido endolbutírico é uma auxina usada para estimular o enraizamento, estudos indicaram que o AIB pode favorecer a formação de raízes em estacas, acelerar a iniciação radicular, aumentar quantidade e qualidade das raízes, e ainda trazer uniformidade de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005). Ou seja, influencia diretamente na qualidade do sistema radicular de mudas.

Floss (2006) cita que o desenvolvimento do sistema aéreo está associado ao desenvolvimento do sistema radicular, se o sistema radicular apresenta bom desenvolvimento e crescimento, consequentemente o sistema aéreo será bem desenvolvido.

A biomassa da parte aérea associa-se com a qualidade e quantidade de folhas, ou seja, uma característica de extrema importância, já que as folhas constituem uma das principais fontes de assimilados e nutrientes para adaptar-se após o plantio, estas deverão possuir boas reservas de fotoassimilados, pois servirão de suprimentos de água e nutrientes para o sistema radicular, no primeiro mês de plantio (BELLOTE et al., 2000).

A altura das mudas é considerada como um dos parâmetros mais confiáveis de classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981). Por ser uma variável de fácil avaliação e ainda ser um método não destrutivo, sempre foi usada com eficácia para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (GOMES et al., 1978) e também é considerada como um dos mais importantes parâmetros para aferir o crescimento e desenvolvimento em campo (MEXAL et al., 1990; REIS et al., 1991). O número de folhas presentes na haste principal é uma excelente medida de desenvolvimento vegetal (HODGES, 1991) e está associada à evolução da área foliar da planta.

Existem diversos condicionantes para uma maior ou menor altura, os principais são: competição por nutrientes, competição por luz, condições de sítio, disponibilidade de água, potencial genético do material a ser plantado, espaçamento do plantio, área foliar comprometida por patógenos, ou até mesmo insetos herbívoros que se alimentam de brotos apicais, sendo estes de suma importância para o crescimento da planta em altura.

Mudas de baixo padrão de qualidade se desenvolvem menos em altura, apresentam menores taxas de incremento $\text{hectare}^{-1} \text{ano}^{-1}$. O padrão de qualidade de mudas varia entre espécies e para uma mesma espécie, entre sítios. O objetivo é atingir qualidade em que as mudas apresentem características que possam oferecer resistência às condições adversas que poderão ocorrer posteriormente, mesmo tendo sido o plantio efetuado em período de condições favoráveis (CARNEIRO, 1995).

Sturion et al. (2000) citam que a qualidade de uma muda não pode ser determinada utilizando apenas uma variável. O diâmetro do colo (ou coleto) é considerado como um dos

principais indicadores de padrão de qualidade, ou seja, mudas altas com diâmetros pequeno, possuem qualidade inferior, se comparado com mudas baixas de diâmetro maior, pois o diâmetro está ligado ao um melhor desenvolvimento da parte aérea e principalmente do sistema radicular, proporcionando maior possibilidade de sobrevivência em campo.

Controles de qualidade exigem mudas com altura entre 15 e 30 cm e diâmetro na altura do colo de 2 mm ou mais (PAIVA, 2000; SILVA, 2003).

Segundo Jabur (2002), a escolha do substrato é de fundamental importância, visto que é onde o sistema radicular irá se desenvolver, e determina o crescimento da parte aérea.

Quando o sistema radicular é malformado, pode impedir a absorção de água e nutrientes em quantidades suficientes, para atender as necessidades da planta, esta deficiência hídrica ou nutricional causa um desequilíbrio entre raiz e parte aérea (ALFENAS et al., 2009).

Então, deve ser dada importância ao sistema radicular de mudas, pois as raízes estão associadas as atividades fisiológica das mudas. Hermann (1964) afirma que o peso de matéria seca das raízes é um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas em campo.

Toda essa preocupação com um padrão de qualidade na produção de mudas florestais deve-se, principalmente, pelo fato que o início de um bom projeto silvicultural inicia-se pela aquisição de mudas de qualidade, que garantirão sobrevivência das mudas plantadas, boa produtividade ao povoamento florestal, qualidade fitossanitária.

Os problemas relacionados com a produção de mudas, ainda no viveiro, têm sido umas das principais causas da sua mortalidade em campo nos primeiros anos da implantação, podendo representar 15% nos dois primeiros anos e 20% até os sete anos de idade (FREITAS et al., 1993). Por isso, é de fundamental importância o estudo na qualidade de produção de mudas florestais.

2.7. Índice de Qualidade de Dickson

O índice de qualidade de Dickson é relatado como uma medida morfológica e bom indicador de qualidade de mudas, pois considera em seu cálculo a robustez e equilíbrio da distribuição da fitomassa, visto que considera vários parâmetros importantes para a obtenção de mudas de melhor qualidade (FONSECA et al., 2002). Entretanto, a desvantagem deste método é seu caráter destrutivo e necessidade de práticas laboratoriais para a determinação das fitomassa.

Sabe-se que quanto maior o IQD, melhor será a qualidade da muda produzida (CALDEIRA et al., 2012). Entretanto a literatura evidencia que IQD é variável entre espécies, o manejo das mudas no viveiro, tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente, e principalmente, com a idade que a muda foi avaliada (GOMES et al., 2013).

2.8. Fertilizantes: Basacote® e Yoorin®

Dos fertilizantes utilizados em substratos nos viveiros, destacam-se dois, que são utilizados pelo viveiro alvo do estudo: Basacote® e Yoorin®.

Basacote® pertence a uma linha de fertilizantes complexos, com liberação controlada, sendo esta dependente da formulação e da espessura do polímero, que pode ser de 3, 6, 9 ou 12 meses, no qual cada granulo é recoberto por um polímero elástico, que minimiza as perdas por lixiviação e volatilização, disponibilizando os nutrientes para todo o ciclo de desenvolvimento das mudas, é produzido à base de NPK e micronutrientes.

Já o fertilizante Yoorin® é um fertilizante termofosfatado obtido pelo processo de fusão que contem fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes, de alta eficiência agrônômica (YOORIN®, 2016; COMPO EXPERT®, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material de estudo

O experimento foi realizado no viveiro de mudas Flora Sinop, localizado no município de Sinop em Mato Grosso (latitude $-11^{\circ}51'51''\text{S}$ e longitude $-55^{\circ}30'09''\text{W}$) durante o período de agosto a dezembro de 2016. Pelas classificações de Köppen a região é do tipo climático Aw, o clima da região é do tipo tropical quente e úmido, caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: chuvosa (entre outubro a abril) e seca (de maio a setembro), e pela pequena amplitude térmica anual, com médias mensais variando entre $23,5^{\circ}\text{C}$ e $25,5^{\circ}\text{C}$ e máximas inferiores a 36°C .



Figura 3. Flora Sinop, viveiro de mudas

Fonte: Google Maps

3.1.1. A espécie utilizada para o teste do biocarvão em viveiro

Os substratos foram testados em ensaios de produção de mudas de Eucalipto, sendo os clones I144 (*E. urophylla* x *E. grandis*) e VM01 (*E. urophylla* x *E. camaldulensis*) (Figura 4).



Figura 4. Híbridos de eucalipto. VM01, a esquerda. I144, a direita.

3.1.2. O experimento

As mudas dos clones de Eucalipto foram submetidas à avaliação de 5 substratos compostos com percentual crescente de biocarvão. A base da composição foi o substrato comercial utilizado no viveiro de mudas sem adição de biocarvão que também atuou como controle do experimento. Sendo a composição do substrato comercial: 25% de casca de arroz carbonizada, 25% de serragem, 25% de fibra de coco e 25% de cinzas de casca de arroz, que foram homogeneizados com o auxílio de betoneira.

A matéria prima do biocarvão utilizado neste experimento compreende principalmente resíduos de eucalipto, possui uma densidade de $0,162 \text{ g cm}^3$ sendo subproduto da extração de bio-óleo produzido em um reator de leito fluidizado feito pela Empresa Suzano Papel e Celulose (Limeira, São Paulo, Brasil). O processo foi conduzido entre 480 a 500 °C, com pressão entre 70 a 100 mm H₂O, tempo de residência de 8 segundos e em uma atmosfera de ar de 10%. A determinação do teor total de nutrientes presente no biochar de pirólise rápida foi obtido por extração ácida, as análises foram realizadas com equipamento ICP OES-Oerkin Elmer.

A primeira etapa foi o preparo do substrato com suas respectivas porcentagens de biocarvão e fertilizantes. Em cada tratamento foi utilizado 3 litros de substrato, nas seguintes proporções:

0% Biocarvão (BC) – 3 litros de substrato comercial puro (SC) e 0,0 litros de BC;

20% BC e 80% SC – 2,4 litros de SC + 0,6 litros de BC;

40% BC e 60% SC – 1,8 litros de SC + 1,2 l de BC;

60% BC e 40% SC – 1,2 litros de SC + 1,8 litros de BC;

80% BC e 20% SC – 0,6 litros de SC + 2,4 litros de BC;

100 % BC – 0,0 litros de SC + 3 litros de BC;

Já as proporções de fertilizante foram feitas com base nas proporções utilizadas no preparo habitual do viveiro, no caso, a cada 200 litros de substrato comercial, são utilizados 200g de Basacote® e 400g de Yoorin®. Ou seja, no experimento foi utilizado 9g de Basacote e 6g de Yoorin, sendo esta exatamente igual para cada tratamento com auxílio de uma balança de precisão, para se avaliar apenas a variação das diferentes proporções de biocarvão.

Tanto as proporções de substrato comercial quanto de biocarvão foram medidas com auxílio de uma proveta de plástico de 1000 ml (Figura 5).



Figura 5. Mensuração do substrato e biocarvão com auxílio da proveta (1000 ml).

3.1.3. Enchimento dos tubetes e distribuição das amostras nas bandejas

O experimento contou com 576 mudas no total, sendo 288 para cada clone avaliado. As 288 mudas foram divididas em 6 tratamentos, ou seja, 48 mudas por tratamento, divididos em

55 cm³. E então levadas à estufa com temperatura variando de 30 a 35°C e umidade acima de 85% por aproximadamente 20 dias, então dispostas a pleno sol por 120 dias.



Figura 8. Imersão no hormônio e estaqueamento.

As mudas assim que postas ao sol, foram redistribuídas na bandeja (Figura 9 e 10B), para terem mais espaço para melhor crescimento e desenvolvimento. Foram irrigadas diariamente, até 3 vezes ao dia dependendo do tempo e clima. Em dias quente a irrigação foi realizada as 9, 12 e 15 horas do dia, em dias chuvosos, não era necessária a irrigação.

		48			47			46			45
41			42			43			44		
		40			39			38			37
33			34			35			36		
		32			31			30			29
25			26			27			28		
		24			23			22			21
17			18			19			20		
		16			15			14			13
9			10			11			12		
		8			7			6			5
1			2			3			4		

Figura 9. Esquema representativo das mudas, após expostas ao sol.

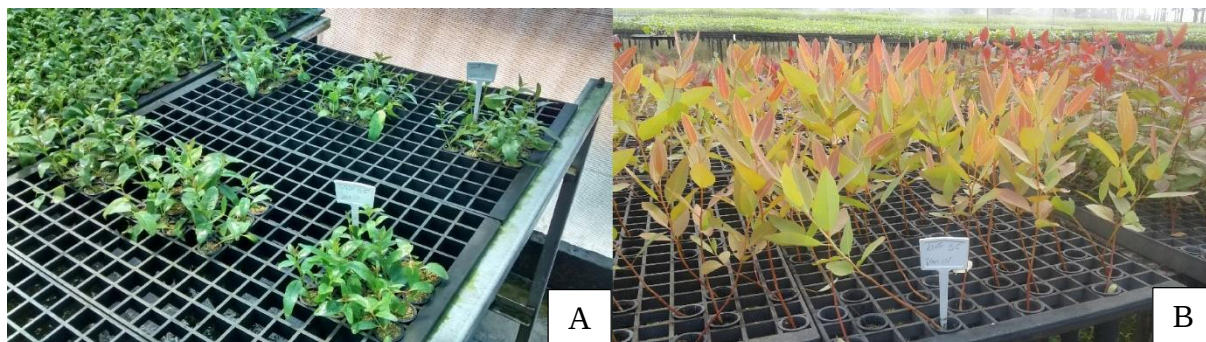


Figura 10. A – Organização das mudas no início do experimento. B – Mudas redistribuídas após 20 dias e expostas ao sol.

3.2. Avaliações realizadas

Os parâmetros utilizados para avaliação mensal, durante a produção das mudas foram: altura da planta, diâmetro do caule na altura do colo da planta e número de folhas.

A altura da planta foi mensurada com uma régua milimetrada de 30 cm medindo-se da base do colo até o ponto apical da planta. O diâmetro do caule na altura do colo foi mensurado com paquímetro digital de precisão, em mm.

Na última medição aos 120 dias foram determinados o peso fresco das raízes e parte aérea. A massa úmida da parte aérea foi obtida através do corte das mudas próximo ao substrato. E para obtenção da massa úmida radicular, as raízes foram lavadas em água corrente. Ambas as partes das mudas foram colocadas em sacos de papel, devidamente identificadas e secas a 60°C por 72 horas, para determinação do peso seco das raízes e parte aérea, com auxílio de uma balança eletrônica de precisão.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função de H, DC, MSPA e MSR por meio da seguinte equação (Dickson et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}\right)} \quad (1)$$

Em que: MST = matéria seca total, em g; H = altura da parte aérea, em cm; DC = diâmetro do coleto, em mm; MSPA = matéria seca parte aérea, em g; MSR matéria seca das raízes, em g.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, no esquema fatorial 2x6 (dois clone e 6 níveis de biocarvão). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste

de comparação de médias, Scott-Knott a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software SISVAR 5.6 (UFla, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos durante o experimento para a mortalidade; para os parâmetros morfológicos observados (número de folhas, altura, diâmetro do colo); peso seco e úmido para a parte aérea e sistema radicular; Índice de Qualidade de Dickson.

4.1. Mortalidade (M)

O primeiro resultado observado no experimento logo no primeiro mês foi à mortalidade (Figura 11).

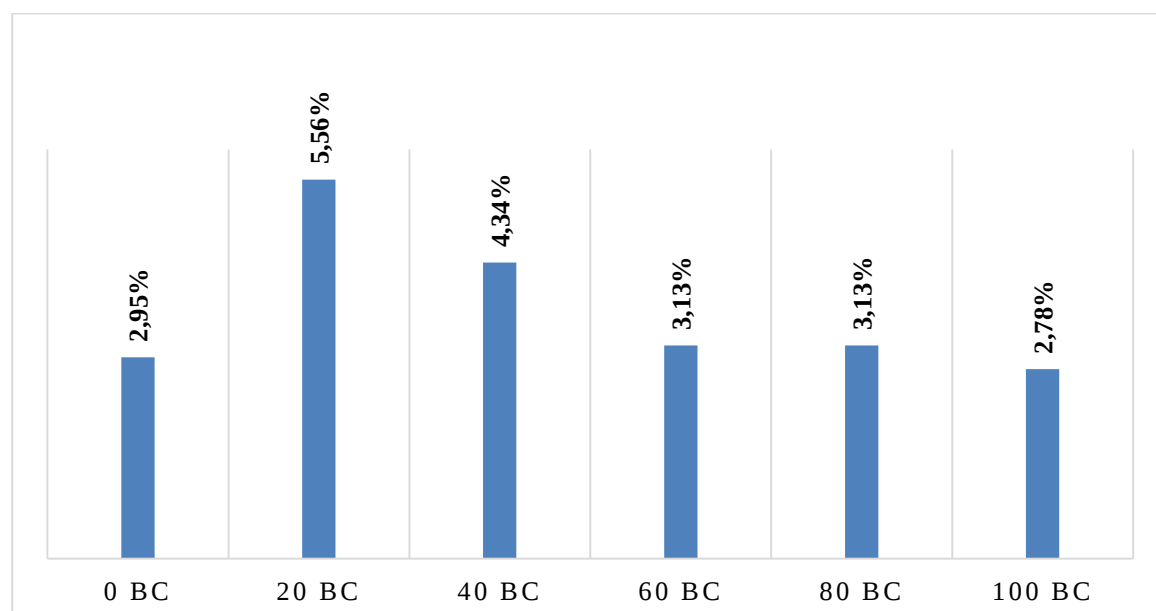


Figura 11. Mortalidade em cada tratamento, representado em porcentagem.

Das 576 mudas usadas no experimento, 126 morreram, isso corresponde a 21,88% de mortes. E um total de 450 mudas sobreviventes, sendo um bom número, pois mais da metade das mudas sobreviveram (78,12%).

Foi observado então que o tratamento com menor mortalidade foi 100BC com 2,78% das mortes, o que corresponde a 16 mudas mortas. Entretanto, esse valor não se diferencia significativamente dos resultados encontrados para o substrato testemunha, que teve 2,95% das mortes no experimento, correspondendo 17 mortes.

O tratamento 20BC obteve maior mortalidade entre todos os tratamentos, 32 mortes correspondendo um total de 5,56%. Seguido pelo tratamento 40BC com 25 mudas mortas. E os tratamentos 60 e 80BC, ambos apresentaram 18 mortes, cada.

As principais causas da mortalidade foram: enovelamento de raiz, podridão de estacas, gotejamento sobre a muda (perda do substrato), perda de folhas e atrofiamento da estaca.

4.2. Número de Folhas

Foi observado que para o número de folhas que os clones apresentaram diferença estatística entre si, sendo VM01 apresentou maior média para esta variável (Figura 12).

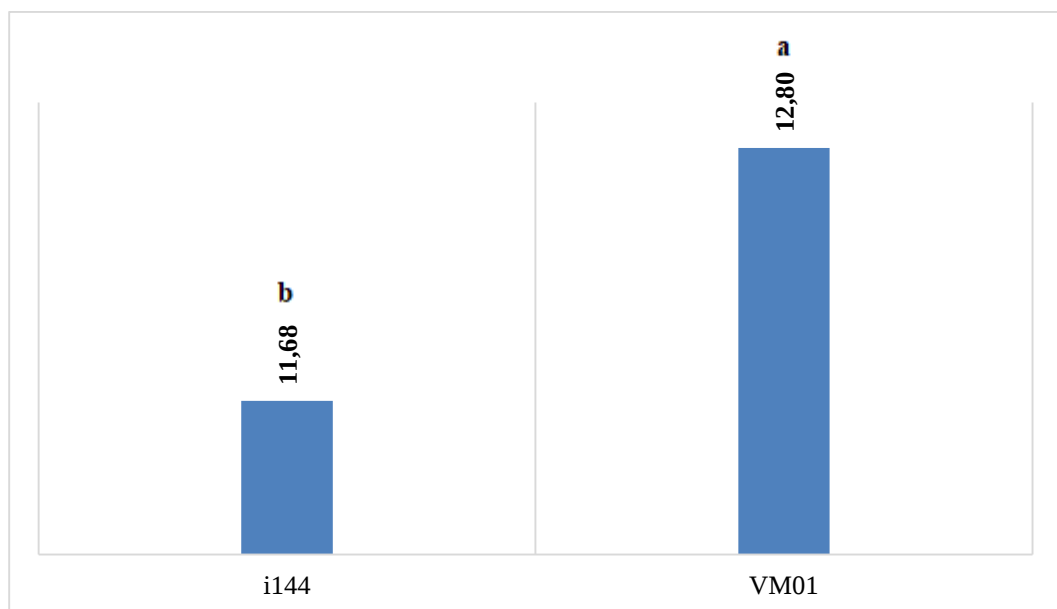


Figura 12. Médias do número de folhas para cada clone estudado.

Foi avaliado também o desempenho dos clones em cada tratamento, foi observado que o substrato testemunha (0 BC) foi superior no número de folhas, ou seja, o biocarvão não alterou ou influenciou este parâmetro positivamente (Figura 13).

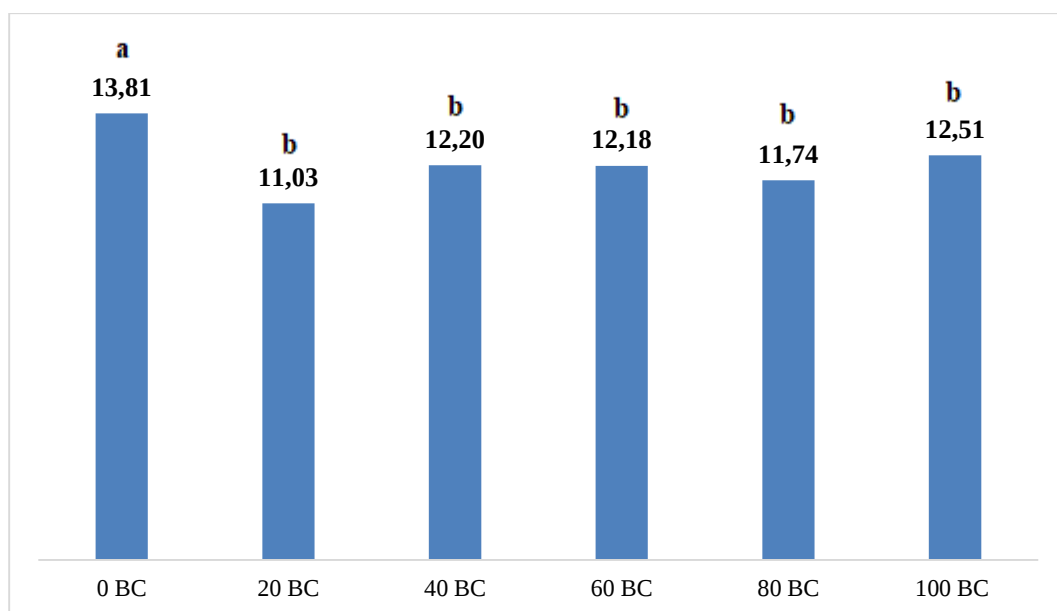


Figura 13. Médias para o número de folhas em cada tratamento.

Então, para o número de folhas nas mudas de eucalipto, o biocarvão não obteve resultados satisfatórios, em comparação ao substrato convencional utilizado como testemunha, pois o substrato testemunha apresentou uma média de 13,81 folhas por muda, sendo superior a todas as outras médias com concentração de BC.

4.3. Altura (H)

As estatísticas mostram que os clones apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si para variável altura (Figura 14).

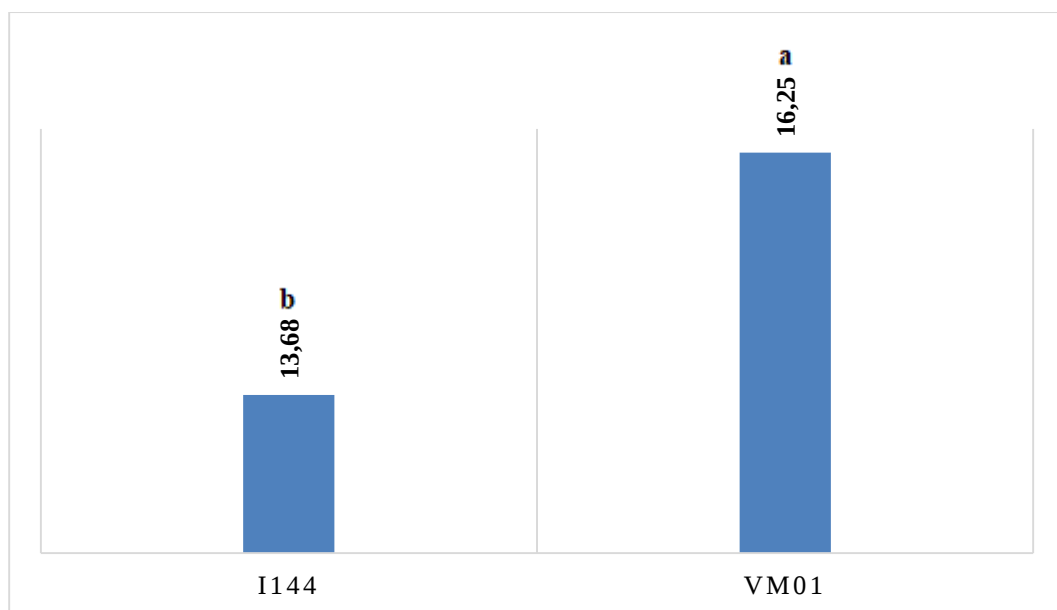


Figura 14. Médias para variável altura (h) em cada clone, em cm.

A diferença de altura entre os clones se dá, possivelmente, pelas características genéticas de cada material em seu desenvolvimento inicial, o híbrido VM01, apresentou maior altura, visualmente, na mesma idade, se comparado ao clone I144 (Figura 4).

Moretti et al. (2010) cultivando seis materiais genéticos em solução nutritiva, encontrou uma das maiores alturas para VM01, com diferença estatística dos demais materiais, apresentou uma altura de 65,75 cm, seguido pelo clone I144 com 53,75 cm. Esses resultados nos mostra a superioridade em altura de VM01.

A altura não foi influenciada pelo uso do biocarvão, visto que o tratamento testemunha (0 BC), se sobressaiu as demais porcentagens de biocarvão presente no substrato, com valores de médias mais altas (Figura 15). Portanto, o biocarvão não influenciou positivamente o desenvolvimento das mudas para o parâmetro altura.

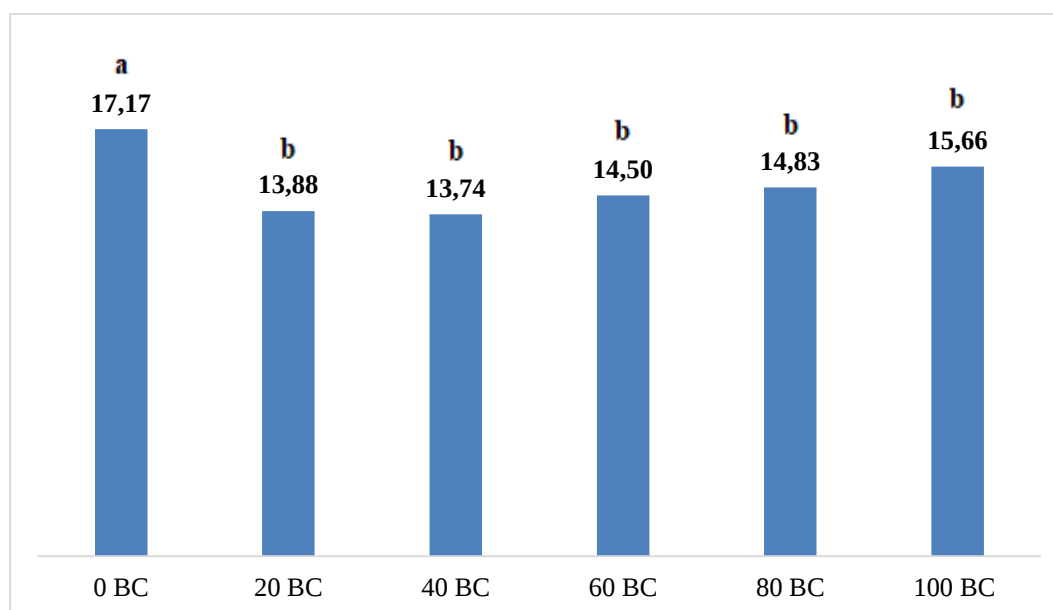


Figura 15. Desempenho da altura em cada tratamento, em cm.

Petter et al. (2012) testando biocarvão como substrato na produção de mudas de Eucalipto, a adição de 7,5% de biochar para produção de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook) promoveu o maior desenvolvimento em altura e diâmetro do coleto para todas épocas avaliadas.

Zanetti et al. (2003) também verificaram maior altura das plantas com adição de 10% de biochar ao substrato, mas ocorreu redução da altura para doses acima desse volume, em mudas de porta enxerto de limoeiro. Ambos resultados diferem dos resultados deste experimento.

Anteriormente mencionado neste trabalho, Madari et al. (2012) diz que o biocarvão apresenta características físico-químicas que podem torná-lo bom condicionador de solos ou substratos. A estrutura porosa e de elevada área específica, pode propiciar condições que favorecem a absorção de compostos e disponibilizar os nutrientes. Sendo assim, este trabalho obteve resultados diferentes do que a literatura nos afirma a respeito da viabilidade do uso do biocarvão como substrato. É indicado então que sejam realizados outro experimento com doses mais baixas de biocarvão incorporado ao substrato.

4.4. Diâmetro do Coleta (DC)

Fazendo uma comparação entre os dois clones, novamente o híbrido VM01 apresentou maior média de DC, com 2,39 mm, sendo esta a média para o substrato testemunha, ou seja, os resultados não foram significativos para o uso de biocarvão como componente de substrato (Figura 16).

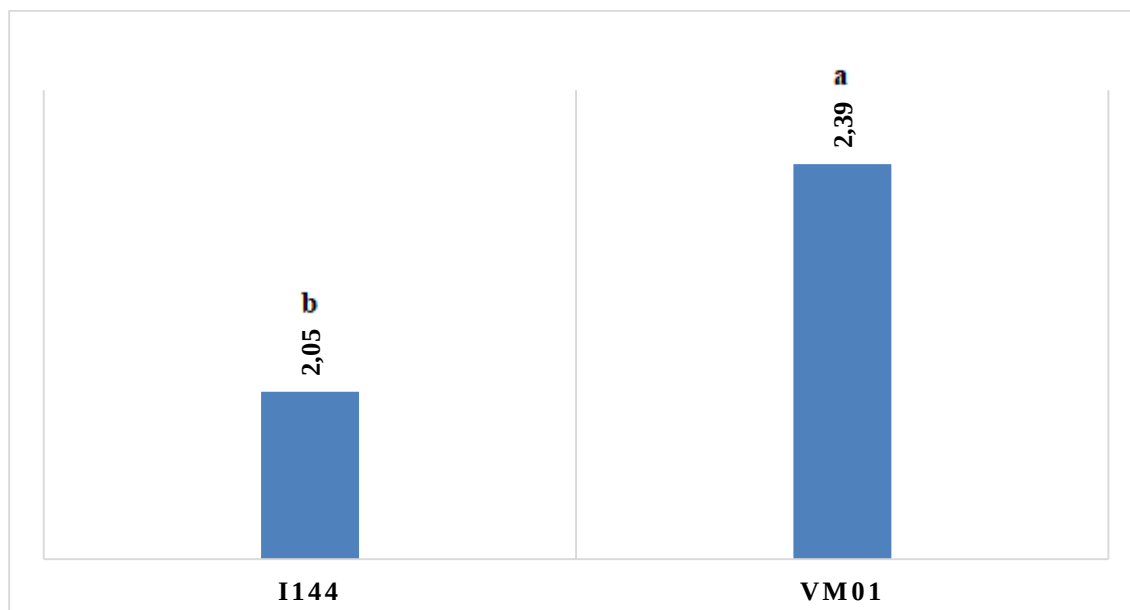


Figura 16. Médias para ambos os clones para variável diâmetro do coleta (mm).

Em todos os tratamentos foi observado que o substrato testemunha apresentou melhor desempenho, provando mais uma vez que o biocarvão não incrementou qualidade a esta variável também (Figura 17).

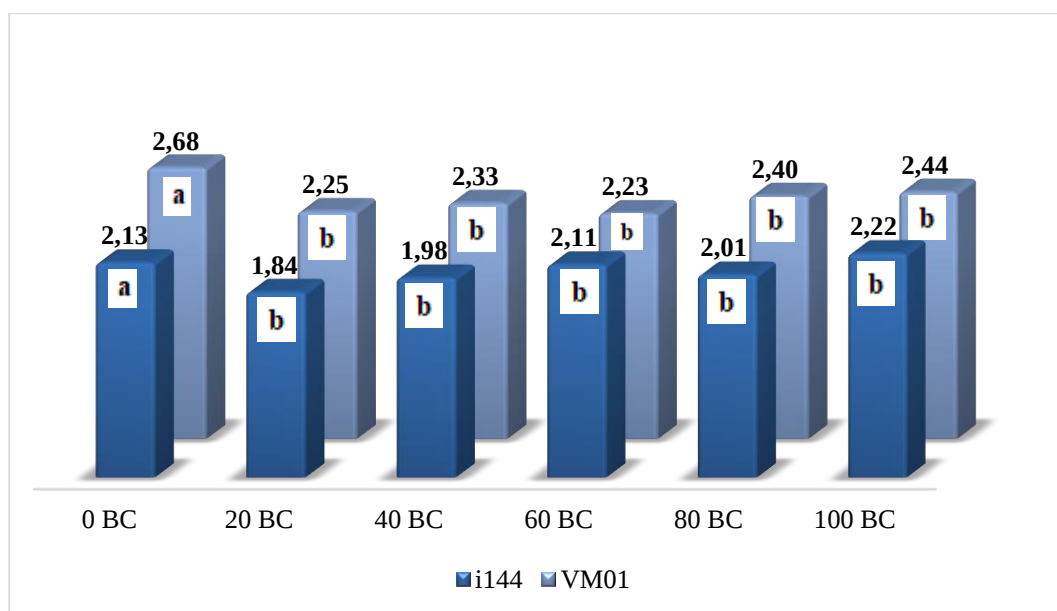


Figura 17. Desempenho do diâmetro do coleto em cada tratamento, para cada clone (mm).

Petter et al. (2012) encontrou resultados satisfatórios usando biocarvão para produção de mudas seminais de *E. urophylla* e *C. citriodora*, onde foi verificado maiores diâmetro na dose de 15% de biochar. E a adição de 7,5% de biochar ao substrato para produção de *C. citriodora* promoveu maior desenvolvimento em altura e diâmetro do coleto. Porém, os autores tiveram resultados negativos para *E. urophylla*, que de maneira geral houve efeito contrário, a adição de biocarvão reduziu o desenvolvimento tanto em altura quanto no diâmetro do coleto.

Zanetti et al. (2003) já citado anteriormente, não verificaram efeito do biochar para variável diâmetro do coleto, sendo um estudo que condiz com os resultados aqui encontrados.

4.5. Sistema Aéreo – Peso seco e úmido

Para esta variável, os clones também se diferenciaram estatisticamente, onde o clone VM 01 apresentou melhor desempenho (Figura 18).

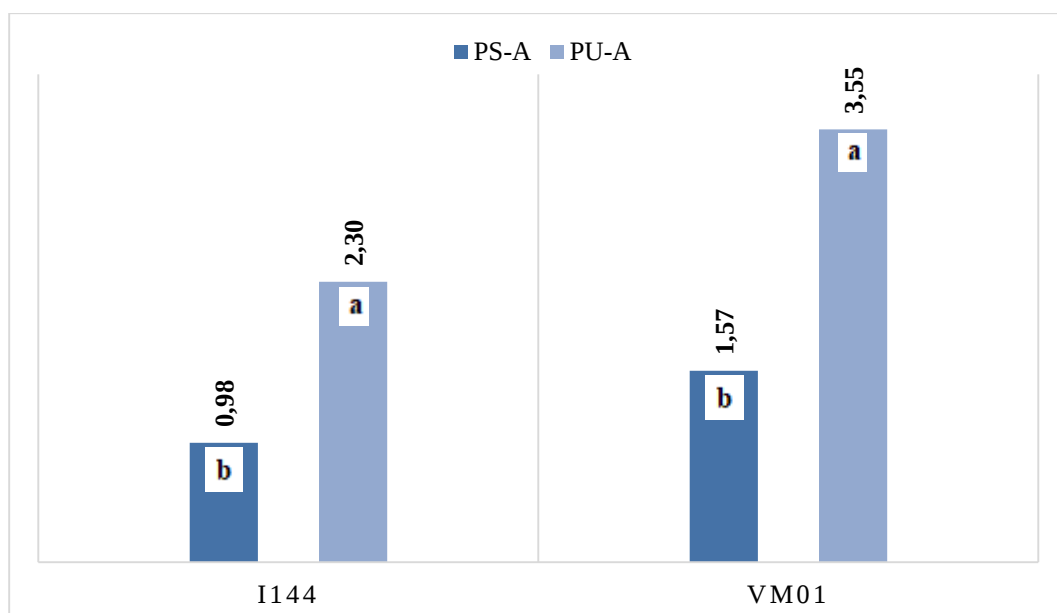


Figura 18. Médias para peso seco e úmido aéreo para cada clone, em g.

Esta variável apresentou valores mais altos para o substrato testemunha, tanto para o peso seco quanto para o peso úmido, a diferença estatística é extremamente significativa, com valores de 4,19 e 1,81 respectivamente, peso úmido e seco aéreo. (Figura 19).

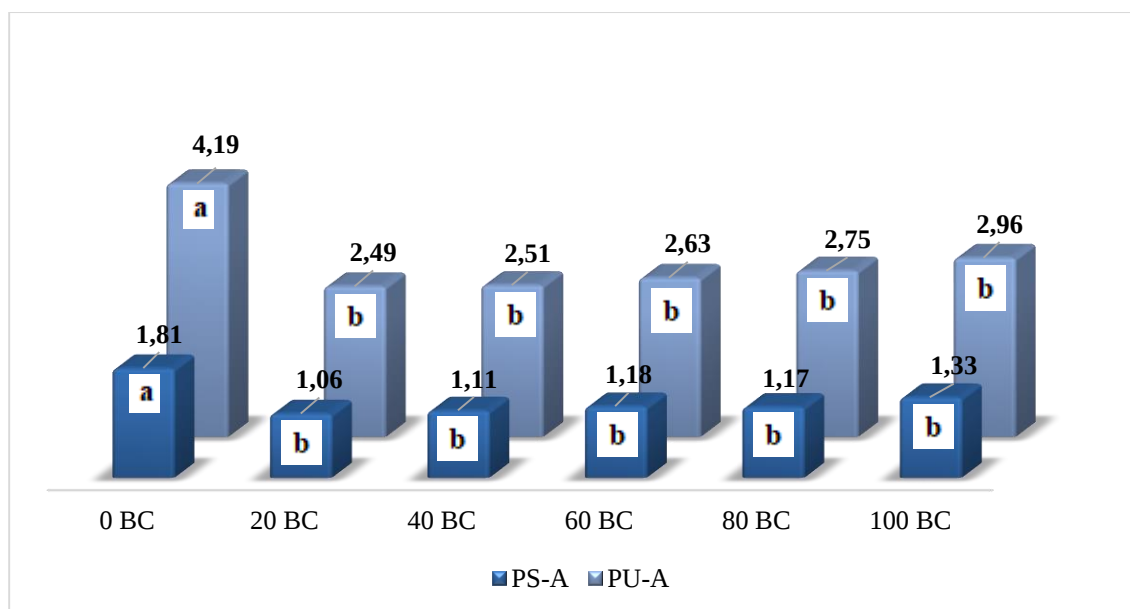


Figura 19. Desempenho do peso seco e úmido aéreo em cada tratamento, em g.

Petter et al. (2012) adicionando 7,5% de biochar ao substrato comercial, proporcionou maiores valores de biomassa fresca da parte aérea para *C. citriodora*. Porém, doses acima de 30% proporcionaram menores valores para essa variável.

4.6. Sistema Radicular -Peso seco e úmido

Avaliamos a biomassa seca e úmida do sistema radicular para ambos clones, visando a eficiência do uso do biocarvão, podemos observar que o clone I144 de sobressaiu no peso do sistema radicular, tanto seco quanto fresco (Figura 20).

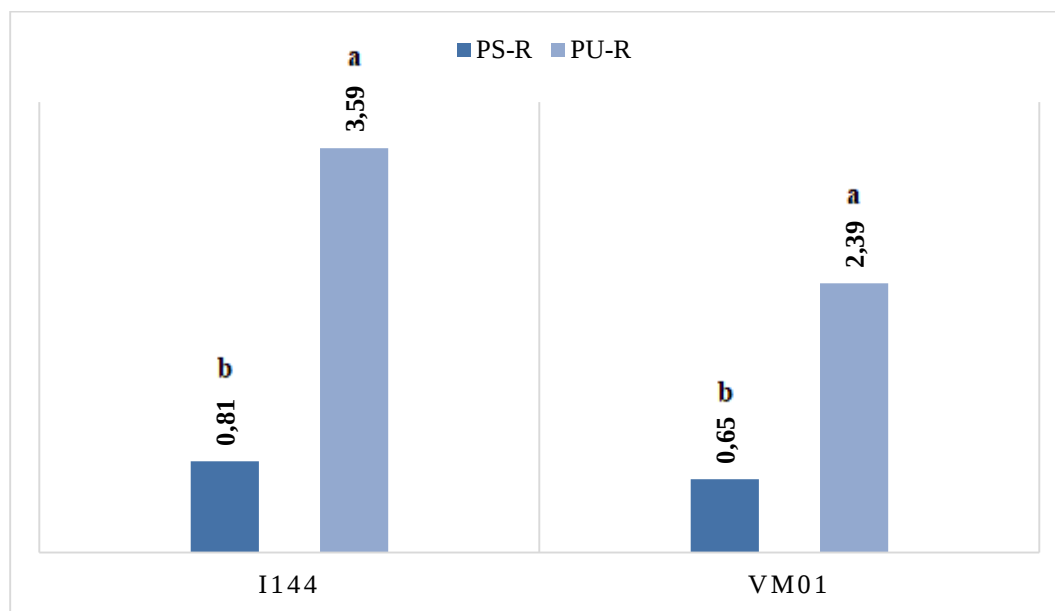


Figura 20. Peso seco e úmido do sistema radicular, médias para cada clone, em g.

Pode se observar que o substrato testemunha apresentou melhores resultados, visto a diferença estatística é muito significativa, se comparado aos demais tratamento com BC (Figura 21). Resultados semelhantes foram encontrados por Petter et al. (2012) que aplicando biocarvão no substrato comercial reduziu a fitomassa fresca radicular para ambas a espécies já citadas, com efeitos bem evidentes em doses superiores a 30%.

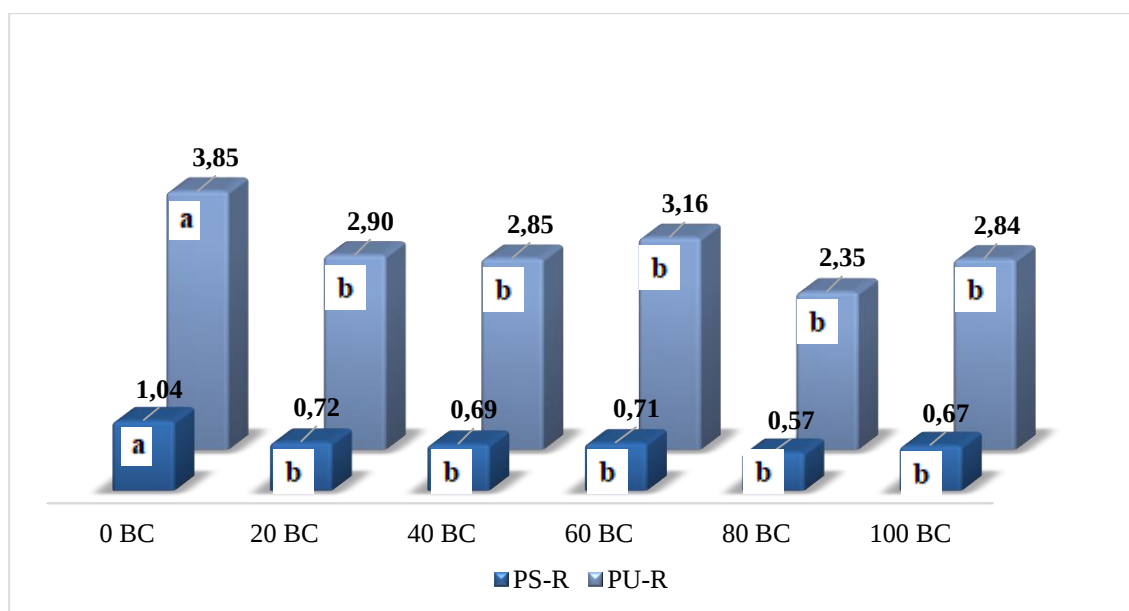


Figura 21. Peso seco e úmido das raízes em cada tratamento,

4.7. Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

Anteriormente falado, sabe-se que quanto maior o IQD, melhor será a qualidade da muda produzida. O substrato testemunha obteve maiores valores, 0,93 para I144 e 0,77 para VM01. Já o biocarvão apresentou valores de 0,62 e 0,56, respectivamente, I144 e VM01 (Figura 22). Este resultado já era esperado, pois, o biocarvão não obteve diferença significativa em nenhuma das variáveis analisadas, e todas elas são usadas para obter este parâmetro.

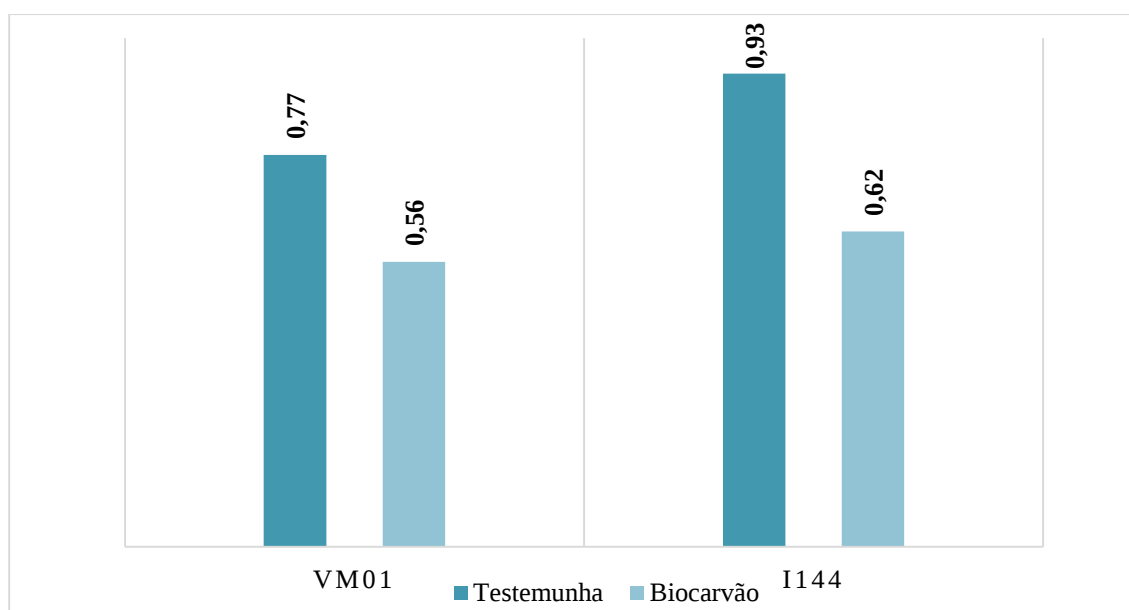


Figura 22. Índice de qualidade de Dickson para cada clone, valores para substratos testemunha e biocarvão.

4.8. Caracterização Química: biocarvão e substrato viveiro

As análises de ambos substratos mostraram resultados próximos em composição química, mas a principal diferença está em P, Zn e pH (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de macro e micronutrientes para os substratos.

Biocarvão									
pH	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g kg ⁻¹ (peso seco)					mg kg ⁻¹ (peso seco)				
7,8	0,67	5,4	9,2	1,4	14	29	2506	171	385

Substrato Testemunha									
pH	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g kg ⁻¹ (peso seco)					mg kg ⁻¹ (peso seco)				
6,2	2,9	4,5	4,5	2,1	13	15	1921	233	47

Para melhor compreensão dos resultados obtidos, o gráfico de disponibilidade de nutrientes nos auxilia no entendimento sobre o que aconteceu em cada substrato, conforme o valor de pH (Figura 23).

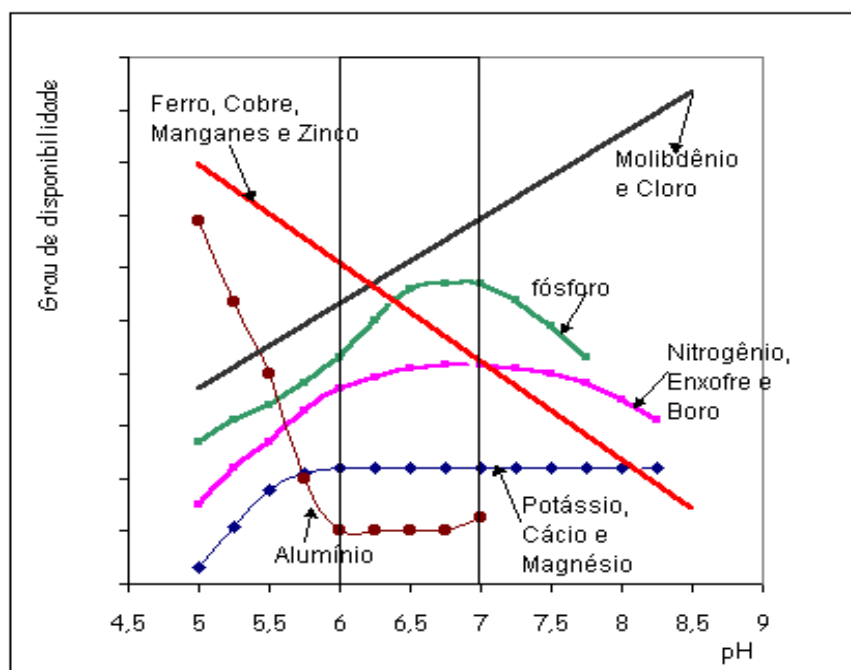


Figura 23. Gráfico de disponibilidade de nutrientes, conforme o valor de pH.

Fonte: Malavolta (1979).

O valor de pH tem fundamental importância no crescimento das plantas, pois este tem efeito direto na disponibilidade de nutrientes, principalmente dos micronutrientes. O pH ácido atua de maneira direta sobre as plantas, podendo causar injúrias, afetar a disponibilidade de nutrientes (especialmente N, S e K), prejudica a atividade de micorrizas e aumenta a incidência de infecção por patógenos (WALLER et al., 1984).

Valores de pH alto (alcalino), por exemplo, pode indisponibilizar ferro (Fe^{3+}), pois este precipita como hidróxido de ferro ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), o que afeta o transporte de elétrons do processo de fotossíntese, isso pode ter ocorrido com o biocarvão, mesmo com quantidade elevada, 2506 mg kg^{-1} , tornou-se indisponível para as mudas.

Segundo ABAD et al. (1993) o valor de pH ideal para substratos deve variar entre 5,2 e 6,3, ou seja, o valor do substrato BC está elevado (7,8), alcalino, podendo ter prejudicado o desenvolvimento das mudas, já que nesta faixa de pH, muito micronutrientes ficam indisponíveis. O pH elevado pode ser explicado pelo alto teor de cinzas (16,84%) acumulado no processo de queima.

O pH é um aspecto essencial para o uso potencial de material como substrato, já que constitui um aspecto restritivo para o crescimento da planta (JARA-SAMANIEGO et al., 2017; SANCHEZ-MONEDERO et al., 2004).

O biocarvão também apresentou baixo valor de fósforo (P) 0,67 g kg^{-1} . O fósforo é um dos 3 principais nutrientes essenciais a planta, é mais que necessário suprimento fosfatado desde os estádios iniciais de crescimento da planta. A falta de P na fase inicial da vida da planta afeta o crescimento, e a planta não se recupera mais. A deficiência de P pode diminuir a altura, atrasar a emergência das folhas, reduzir brotações e desenvolver raízes secundárias (GRANT et al., 2001).

O pH contribuiu negativamente na disponibilidade da baixa concentração de fósforo presente no biocarvão, já que, quanto mais alcalino for o substrato, mais indisponível se torna o fósforo. E a baixa concentração de magnésio (1,4 g kg^{-1}) afetou na absorção de P, pois uma das funções de Mg é melhorar a absorção de fósforo pela planta.

O zinco (Zn) é um metal, pode ser encontrado em praticamente todos os ambientes. É um micronutriente essencial a todos os organismos vivos, por ser componente de estruturas de muitas proteínas e é indispensável para o crescimento das plantas (CHANEY, 1993; LI et al., 2002). Quando em altas concentrações, pode ser potencialmente tóxico (Li et al., 2002). A toxidez deste metal diminui a produção de matéria seca da parte aérea e também biomassa radicular, causa necrose da radícula quando entra em contato com o solo, leva a plântula a morte e inibe o crescimento vegetal (CARNEIRO et al., 2002; Li et al., 2011).

No entanto, o elevado teor de zinco (385 mg kg^{-1}) não afetou o desenvolvimento das mudas, já que o valor alcalino do pH indisponibiliza micronutrientes, como Zn, Mn, Cu, etc.

5. CONCLUSÃO

- Não foi evidenciado nenhuma vantagem no uso do biocarvão como substrato para a produção de muda neste trabalho, em nenhuma das doses testadas.
- Não houve influência do biocarvão no desenvolvimento do sistema aéreo e radicular das mudas e nem no incremento de biomassa, se comparado ao substrato convencional utilizado pelo viveiro.
- Sugere-se refazer o experimento, testando doses menor que 20% de biocarvão ou menor que 10% na composição de substratos, por ter sido encontrados bons resultados na produção de mudas com biocarvão em doses mais baixas.
- O pH alcalino do biocarvão utilizado para este experimento, pode ter contribuído negativamente na disponibilidade de alguns nutrientes, principalmente do fósforo, um dos principais nutrientes usado no desenvolvimento da planta.
- A baixa concentração de fósforo afetou o desempenho das mudas cultivadas no biocarvão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.; MARTINEZ, P. F.; MARTINEZ, J. Evaluación agrónoma de los substratos de cultivo. **Actas de Horticultura**, Villaviciosa, Espanha, v. 11, p. 141-154, 1993.

ALFENAS, A. C., ZAUZA, E. A. V., MAFIA, R. G., ASSIS, T. F. DE. **Clonagem e Doenças do Eucalyptus**. 2º Ed. Viçosa: UFV, 2009. 483p.

ANDRADE, E. N. **O Eucalipto**. Jundiaí: Cia Paulista de Estradas de Ferro. 1961. 667 p.

ASSIS, T. F. de. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 32-51, 1996.

ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação de clonagem. **Biotecnologia florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 93-121.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). 2013. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013**. Ano base 2012. Brasília, DF: ABRAF, 2013. 142 p.

BELLOTE, A.J.F.; SILVA, H.D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de Eucalyptus spp. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166.

BENITES, V. de M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDE, M. E.; PIMENTA, A. S. Utilização de carvão e subprodutos da carbonização vegetal na agricultura: aprendendo com as Terras Pretas de Índio. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Ed.). **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. p. 285-296.

BRENNAN, J. K.; BANDOSZ, T. J.; THOMSON, K. T.; GUBBINS, K. E. **Water in porous carbons. Colloids and surfaces A: physicochemical and engineering aspects**. Oxford, v. 187 188, n. 1, p. 539 568, 2001.

BROWN, R. Biochar production technology. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environmental management Science and technology**. London: Earthscan, 2009. P 127-146.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, 2012.

CARNEIRO, J.G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995, 451p.

CARNEIRO M. A. C.; SIQUEIRA J. O.; MOREIRA F. M. S. Comportamento de espécies herbáceas em misturas de solo com diferentes graus de contaminação com metais pesados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 37: 1629-1638. 2002.

CARVALHO, M. T. M, MAIA, A. H. N., MADARI, B. E., BASTIAANS, L., VAN OORT, L. P. A., HEINEMANN, A. B., SILVA, M. A. S., PETTER, F. A., MARIMON JR., B. H. and Meinke, H. 2014. Biochar increases plant-available water in a sandy loam soil under an aerobic rice crop system. **Solid Earth**. 5, 939 952.

CAVALCANTE, L.; HEBERT, I.; PETTER F. A.; ALBANO, F. G.; SILVA, R. R. S. de; JÚNIOR, G. B. de S. Biochar no substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista de la Facultad de Agronomía**. La Plata. vol.111. p. 41-47. 2012.

CIPRIANI, H. N., VIEIRA, A. H., MENDES, A. M., MARCOLAN, A. L. Crescimento inicial de clones de eucalipto em função de doses de P e K em Porto Velho, Rondônia. **I Simpósio de Ciências do Solo da Amazônia Ocidental**. 7 a 11 de Maio de 2012. Porto Velho – RO.

CHANEY R. L. Zinc phytotoxicity. In, Robson AD. **Zinc in soils and plants**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 135-150. 1993.

COMPO EXPERT®. Fertilizantes de liberação controlada. Disponível em: <http://www.compo-expert.com/br/produtos/fertilizantes-de-liberacao-controlada-crf.html>. Acesso em: 24/02/2017.

COSTA, R. B.; AZEVEDO, L. P. A.; MARTINEZ, D. T.; TSUKAMOTO FILHO, A. A.; FERNANDES, D. A.; OLIVEIRA, O. E.; RESENDE, M. D. V. Avaliação genética de *Eucalyptus camaldulensis* no Estado de Mato Grosso. **Pesquisa Florestal Brasileira**. v. 32, n. 70, p. 165-173, 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10 - 13, 1960.

DOWNIE, A.; CROSKY, A.; MUNROE, P. Physical properties of biochar. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for environmental management**. London: earthscan, 2009. Chap. 3, p. 33-43.

ENDERS, M.; HANLEY, K. WHITMAN, T.; JOSEPH, S.; LEHMANN, J. Characterization of biochars to evaluate recalcitrance and agronomic performance. *Bioresource Technology*, v.114, p.644-653. Oxford, 2012.

FACHINELLO, J. C., HOFFMANN, A., NACHTIGAL, J. C. Propagação de plantas frutíferas. Brasília, Embrapa. **Informação Tecnológica**. 221p. 2005.

FERREIRA, M. Escolha de Espécies de Eucalipto. **Circular Técnica**. IPEF, v.47, p. 1-30, 1979.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 3. ed. ampl. e atual. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 751 p., 2006.

FONSECA, E. P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de Qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515 - 523, 2002.

FONSECA, S. M., RESENDE, M. D. V., ALFENAS, A. C., GUIMARÃES, L. M., ASSIS, T. F., GRATTAPAGLIA, D. **Manual Prático de Melhoramento Genético do Eucalipto**. 1ªEd. Viçosa: UFV, 2010, 200p.

FREITAS, A.J.P.; KLEIN, J.E.M. Aspectos técnicos e econômicos da mortalidade de mudas no campo. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO (1:1993: Curitiba); CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7:1993: Curitiba). **Anais...** p. 736. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1993.

GHANI, W. A. W. A. K.; MOHD, A.; SILVA, G. da; BACHMANN, R. T.; TAUFIQ-YAP, Y. H.; RASHID, H.; AL-MUHTASEB, A. H. Biochar production from waste rubberwood-sawdust and its potential use in C sequestration: Chemical and physical characterization. **Industrial Crops and Products**, v. 44, p. 18-24, 2013.

GLASER, B., LEHMANN, J., ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. **Biology and Fertility of Soils**, v.35, p. 219-230, 2002.

GLASER, B.;L. HAUMAIER; G. GUGGENBERGER; W. ZECH. The "Terra Preta" phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. **Naturwissenschaften** 88:37-41, 2001.

GOMES, J. M. et al. Influência do tratamento prévio do solo com brometo de metila no crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em viveiro. **Brasil Florestal**, v. 9, n. 35, p. 18-23, 1978.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros florestais (propagação assexuada)**. 3ª edição, Viçosa: UFV, 2006.

GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 123 - 131, 2013.

GRANT, C. A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S.C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**. Nº 95 - Setembro/2001.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28: 1069-1076, 2004.

HERMANN, R. K. Importance of top-root ratios for survival of Douglas-fir seedlings. **Tree Planters Notes**, v. 64, 7 - 11. 1964.

HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V. Indicação de Espécies para Reflorestamento. In A. P. M. Galvão (Ed.), **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais**. Embrapa: Brasília, 2000, pp. 101 –124.

JABUR, M. A. et al. Influência de substratos na formação dos porta-enxertos: limoeiro-cravo (*Citrus limonia* osbeck) e tangerineira-cleópatra (*Citrus reshni* hort. ex tanaka) em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n. 2, p. 514-518, 2002.

JARA-SAMANIEGO, J., M. D. PEREZ-MURCIA, M. A. BUSTAMANTE, A. PEREZ-ESPINOSA, C. PAREDES, M. LOPEZ, D. B. LOPEZ-LLUCH, I. GAVILANES-TERAN AND R. MORAL. (2017), 'Composting as Sustainable Strategy for Municipal Solid Waste Management in the Chimborazo Region, Ecuador: Suitability of the Obtained Composts for Seedling Production', **Journal of Cleaner Production** Vol. 141, pp. 1349-1358.

KEILUWEIT, M.; KLEBER, M. Molecular-level interactions in soils and sediments: the role of aromatic p-systems. **Environmental Science & Technology**. Washington, v. 43, n.10, p. 3421-3429, 2009.

LEHMANN J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: an introduction. In: LEHMANN J; JOSEPH S. (eds.) **Biochar for Environmental Management: Science and Technology**. Earthscan Publication, London, p. 1-12, 2009.

LEHMANN, J. Bio-energy in the black. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 5, n. 7, p. 381-387, 2007.

LI, T.; DI, Z.; ISLAM E.;JIANG, H.;YANG, X. (2011) Rhizosphere characteristics of zinc hyperaccumulator *Sedum alfredii* involved in zinc accumulation. **Journal of Hazardous Materials** 185: 818-823.

LI, X.; CHEN, B.; FENG, G.; CHRISTIE, P. (2002) Role of arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of Zn phytotoxicity and mineral nutrition of host plants. In **17th WCSS**, Thailand.

LIANG, B.; LEHMANN, J.; SOLOMON, D.; KINYANGI, THIES, J.; LUIZÃO, F. J.; PETERSEN, J.; NEVES, E. G. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 70, n. 3, p. 1719-1730, 2006.

LONGUE JUNIOR, D.; COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 429-438, 2013. DOI: 10.4336/2013.pfb.33.76.528

MADARI, B.E.; CUNHA, T.J.F.; NOVOTNY, E.H.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V.M.; COELHO, M.R.; SANTOS, G.A. Matéria Orgânica dos Solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): Suas Características e Papel na Sustentabilidade da Fertilidade do Solo. In: TEIXEIRA, W.G.; KERN, D.C.; MADARI, B.E.; LIMA, H.N.; WOODS, W. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. Manaus, AM. 1º Ed. Embrapa Amazônia Ocidental, p. 172-188, 2009.

MADARI, B. E.; MAIA, C. M. B. F.; NONOTNY, E. H. Context and importance of biochar research. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 47, n. 5, p. i-ii, 2012

MAIA, C. M. B. de F. **Produção de Biocarvão a partir de Diferentes Fontes de Biomassa**. IX Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas. Aracaju – Sergipe, 2011.

MANGRICH, A. S.; MAIA, C. M. B. F.; NOVOTNY, E. H. Biocarvão: as terras pretas de índio e o sequestro de carbono. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro – RJ, vol. 47, n. 281, p. 48-52. Maio de 2011.

MALAVOLTA, E. - **ABC da Adubação**. Editora Agronômica CERES Ltda. São Paulo (SP), 1.979. 256 p.

MARCHI, E. C. S. **Influência da adubação orgânica e de doses de material húmico sobre a produção de alface americana e teores de carbono no solo**. 2006. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 2006.

MCCARL, B. A., PEACOCKE, C.; CHRISMAN, R.; KUNG, C.; SANDS, R. D. Economics of biochar production, utilisation and gas offsets In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. (Eds). **Biochar for Environmental Management: Science and Technology**. London: Earthscan, 2009. p. 341-356.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

MORA. A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. Sociedade Brasileira de Silvicultura: São Paulo, 2000, 112p.

MORETTI, B. da S.; NETO, A. E. F.; PINTO, I. do C.; BENATTI, B. P. Crescimento e produção de biomassa de seis clones de eucalipto na fase de muda. XIX Congresso de Pós-graduação da UFLA. 27 de setembro a 1 de outubro de 2010.

NOVOTNY, E. H., HAYES, M. H. B.; MADARI, B. E.; BONAGAMBA, T. J.; AZEVEDO, E. R. de; SOUZA, A. A. de; SONG, G.; NOGUEIRA, C. M.; MANGRICH, A. S. Lessons from the Terra Preta de Índios of the Amazon Region for the utilization of Charcoal for Soil Amendment. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 20, n. 6, p. 1003-1010, 2009.

OLIVEIRA, A. C.; FONSECA, E. P.; ANJOS, N.; SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C. Resistencia interespecífica de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) à lagarta desfolhadora *Thyrinitea arnobia* stoll, (Lepidóptera: Geometridae). **Revista Árvore**. v.8, n.2, p.93-103, 1984.

PAIVA, H. N. DE, JACOVINE, L. A. G., TRINDADE, C., RIBEIRO, G. T. **Cultivo de Eucalipto: Implantação e Manejo**. Aprenda Fácil: Viçosa, 2011, 353p.

PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais**. - 2. ed. – Viçosa: UFV, Cadernos didáticos nº 72, 2000. 69p.

PALUDZYSZYN FILHO, C., FIORANTE, C. A. **Estado da arte de plantios com espécies florestais de interesse comercial para o Mato Grosso**. Embrapa Florestas, Colombo, 65p., 2011.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1. 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

PASTOR-VILLEGAS, J.; PASTOR-VALLE, J. F.; MENESES RODRÍGUEZ, J. M.; GARCÍA, M. Study of commercial wood charcoals for the preparation of carbon Adsorbents. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**. Amsterdam, v. 76, n. 1-2, p. 103-108, 2006.

PETTER, F. A., LIMA, L. B. de, MORALES, M. M., JÚNIOR, B. H. M., MORAIS, L. A. de; Biocarvão no Solo: Aspectos Agronômicos e Ambientais. **SIMBRAS**, 2016.

PETTER, F. A., ANDRADE, F. R., JUNIOR, B. H. M., GONÇALVES, L. G., SCHOSSLER, T. R. Biochar como condicionador de substrato para produção de mudas de Eucalipto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 44-51, out-dez., 2012.

REIS, M. G. F. et al. Crescimento e forma de fuste de mudas de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem.) sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, v. 15, n.1, p. 23-34, 1991.

RIBEIRO, G. T.; PAIVA, H. N.; JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C. **Produção de mudas de eucalipto**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001, 122 p.

ROCHA, D. A. G. **Fungos Micorrizicos arbusculares e biocarvão no crescimento de mudas de bracatinha (*Mimosa scabrella*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em solos de áreas de mineração de carvão**. 2016. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2016.

ROCHA, M. P. **Laudo técnico para caracterização de madeiras do gênero Eucalyptus**. Curitiba: Fundação de pesquisas florestais do Paraná, 2010 (Parecer técnico apresentado à Mademape – Indústria Madeireira Ltda, Curitiba).

SANCHEZ-MONEDERO, M. A.; A. ROIG, J. CEGARRA; M. P. BERNAL; P. NOGUERA; M. ABAD; A. ANTON. (2004), 'Composts as Media Constituents for Vegetable Transplant Production', **Compost Science & Utilization** Vol. 12, No. 2, pp. 161-168.

SCANAVACA JUNIOR, L. **Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. e de seu potencial para utilização em serraria**. 2001. 108 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

SHIMIZU, J. Y., KLEIN, H., OLIVEIRA, J. R. V. DE. **Diagnóstico das Plantações Florestais em Mato Grosso**. 1ªEd, Central do Texto: Cuiabá, 2007, 63p.

SILVA, M. R. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 100 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SJÖSTRÖM, E. **Wood Chemistry: Fundamentals and Applications**. 2. ed. p.293. Academic Press, San Diego, USA. 1993

SOHI, S. P.; KRULL, E.; LOPEZ-CAPEL, E.; BOL, R. A review of biochar and its use and function in soil (chapter 2). **Advances in Agronomy**. San Diego, v.105, p. 47-82, 2010

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies florestais**. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.) Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000.

TRUGILHO, P. F. Energia da biomassa florestal. In: 4º Congresso Florestal Paraense de 10 a 14 de setembro de 2012 “Gestão Florestal: Produção, Conservação e Uso”. Paraná. **Anais...**

VERHEIJEN, F. G. A.; JEFFERY, S.; BASTOS, A. C.; VAN DER VELDE, M.; DIAFAS, I. Biochar Application to Soils - A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, **Processes and Functions**. Luxembourg: EUR 24099 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, 2009. p.149.

WOODS, W. I.; GLASER, B. Towards an Understanding of Amazonian Dark Earths. In Woods, W. I.; Glaser, B. **Amazonian Dark Earths: Explorations in Space and Time**, 2004. p. 1-8. Springer-Verlag, Berlin.

YAO, Y.; GAO, B.; ZHANG, M. INYANG, M.; ZIMMERMAN, A. R, Effect of biochar amendment on sorption and leaching of nitrate, ammonium and phosphate in a Sandy soil. **Chemosphere**, Oxford, v.89, n.11, p. 1467-1471, 2012.

YOORIN®. Fertilizantes. Disponível em: <http://www.yoorin.com.br/oorin.html>. Acesso em: 23/02/2017.

ZANETTI, M. et al. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro ‘cravo’ em ambiente protegido. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 508-512, 2003.

ZANUNCIO, J. C.; OLIVEIRA, H. N.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. S. Percevejo praga e seus danos em *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Em região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.25, n.1, p.143-147, 2001.

WALLER, P.L.; WILSON, F.N. Evaluation of growing media for consumer use. **Acta Horticulturae**, Wagening, n.150, p.51-58, 1984.